

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Lehký dopravník pro biomasu

Light conveyor for biomass

Autor:

Bryndač Jiří

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Nečas, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Bryndač**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R003 Dopravní stroje a manipulace s materiálem
Téma: **Lehký dopravník pro biomasu**
Light Conveyor for Biomass

Zásady pro vypracování:

Navrhněte dopravník pro dopravu biomasy o sypké hmotnosti 600kg/m^3 , dopravovaném množství $Q=10\text{t/hod.}$

- 1) Rešerši vhodného typu dopravníku
- 2) Navrhněte vhodný dopravní systém
- 3) Potřebné technologické výpočty
- 4) Potřebné konstrukční výpočty
- 5) Konstrukční řešení dopravy

Seznam doporučené odborné literatury:

ZEGZULKA, J.: Mechanika sypkých hmot, Laboratoř sypkých hmot, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004
JASAŇ, V.: Teória a stavba dopravníkov. TU Košice, ALFA Bratislava, 1984.
PEŠAT, Z.: Manipulace v hutích. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1992.
FIALA, J.: Strojnické tabulky. Praha: SNTL PRAHA, 1989.
Firemní literatura a potřebné normy.
Metody měření a vyhodnocování naměřených vzorků Laboratoře sypkých hmot, Ostrava: VŠB – TU Ostrava.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Nečas, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



Aleš Slíva

doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

Ivo Hlavatý

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a zdroje.

V Ostravě 20 května 2013

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 20 května 2013

.....

Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Jiří Bryndač

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Kopřivnice

Osvoboditelů 1236

74221

Poděkování

Děkuji za pomoc a odborné rady mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Nečasovi, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studium na vysoké škole.

Anotace Bakalářské práce

BRYNDAČ, J. Lehký dopravník pro biomasu: Bakalářská práce.

Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní,

Institut dopravy, 2013, 47 s.

Vedoucí práce: Ing. Jan Nečas, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá návrhem dopravníku na přepravu biomasy. Dopravník přepravuje pelety o dopravovaném množství 10 t/h, měrné sypné hmotnosti 600kg/m^3 a rychlosti 4 m/s. Dpravovaná vzdálenost je 4,5 m s převýšením 4,4 m. U dopravníku jsou použita dvě výsylná místa, kde jedno z nich je otevíráno v intervalech. U toho místa je použit skluz. V úvodu bakalářské práce jsou uvedeny možnosti a popis dopravníku, kterými by se pelety daly přepravovat a zároveň vybrána nejlepší varianta. V další části je konstrukční návrh a výpočet trubkového řetězového dopravníku. V přílohách je uveden sestavný výkres trubkového řetězového dopravníku, který je součástí bakalářské práce.

Annotation of Bachelor thesis

BRYNDAČ, J. Light Conveyor for Biomass: Bachelor thesis.

Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering,

Institute of Transport, 2013, 47 p.

Thesis head: Ing. Jan Nečas, Ph.D.

This thesis deals with the design of the conveyor for transport biomass. The conveyor transports the pellets of quantities shipped 10 t / h, the bulk density of 600kg/m^3 density and speed of 4 m / s Transport distance is 4.5 ms with elevation of 4.4 m The conveyor uses two dump spots, one of which is opened up at intervals. The same spot uses chute. In the introduction to the thesis are listed options and the description of the conveyor, by which the pellets would get transported and also chosen the best option. In next part of the thesis are design and calculations of tubular chain conveyor. Part of the thesis is assembly drawing of the tubular chain conveyor, it is placed the annexes.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek	8
1. Úvod.....	10
2. Biomasa.....	11
3. Rozdělení a výběr vhodného dopravníku.....	12
3.1. Redlerový dopravník	12
3.2. Trubkový (hadicový) pásový dopravník	14
3.3. Šnekový dopravník	16
3.4. Trubkový řetězový dopravník	18
4. Návrh dopravní tratě	20
4.1. Dispoziční řešení	20
4.1.1. Varianta 1	21
4.1.2. Varianta 2	21
4.1.3. Varianta 3	22
4.1.4. Výběr varianty	22
5. Technologický výpočet	23
6. Návrh poháněcí stanice	33
7. Pevnostní výpočet	36
8. Technické zhodnocení.....	44
9. Závěr	45
10. Použitá literatura	46
11. Seznam příloh.....	47

Seznam použitých symbolů a zkratk

Označení	Název	Jednotka
D_k	roztečná kružnice	[m]
F	celková tažná síla	[N]
F_0	síla působící na osu šroubu	[N]
F_2	síla působící na bok pera	[N]
F_{DS}	dynamická síla řetězu	[N]
F_{NAP}	napínací síla	[N]
$F_{př}$	síla při přetržení řetězu	[N]
$F_{ř}$	statická síla v řetězu	[N]
$F_{ř\text{ celk}}$	celková síla v řetězu	[N]
$F_{ř\text{ max}}$	maximální síla působící v řetězu	[N]
L_i	délka pro daný úsek	[m]
L_{pL}	délka plného dopravovaného úseku	[m]
L_{pr}	délka prázdného dopravovaného úseku	[m]
M_k	potřebný krouticí moment	[Nm]
P	potřebný výkon motoru	[W]
P_z	rozteč závitů	[m]
Q	dopravní výkon	[t/hod]
R_e	mez kluzu	[MPa]
R_i	velikost rádiusu zakřivení	[m]
S	průřezový obsah	[m ²]
T_i	síly pro překonání pohybové odporu pro daný úsek	[N]
V	objem unášeče	[m ³]
W_k	průřezový modul v krutu	[m ³]
a_{rmax}	maximální zrychlení řetězu	[m/s ²]
b	šířka pera	[m]
d	průměr unášecího kotouče	[m]
d_1	malý průměr v závitě	[m]
d_2	střední průměr v závitě	[m]
d_3	malý průměr v závitě	[m]
d_h	průměr hřídele	[m]
d_p	vnitřní průměr potrubí	[m]
f_w	součinitel vnitřního tření pelety -potrubí	[-]
f_z	součinitel smykového tření v závitech	[-]

g	gravitační zrychlení	$[m/s^2]$
h	výška pera	$[m]$
k	koeficient synnosti	$[-]$
k_b	koeficient bezpečnosti pro řetěz	$[-]$
k_i	traťový odpor pro daný úsek	$[N]$
k_s	koeficient bezpečnosti pro šroub	$[-]$
k_φ	součinitel plnění	$[-]$
l	skutečná délka pera	$[m]$
l'	předběžná délka pera	$[m]$
l_1	délka 1 metru	$[m]$
m	hmotnost jednoho unášeče	$[kg]$
m_L	redukována hmotnost	$[kg]$
m_M	hmotnost materiálu na 1 metr délky	$[kg/m]$
m_r	hmotnost tažného členu	$[kg]$
m_{fet}	hmotnost řetězu na 1 metr délky	$[kg/m]$
$n_{pož}$	požadované otáčky	$[ot/s]$
n_v	výstupní otáčky z převodovky	$[ot/s]$
p_{D2}	dovolený tlak	$[MPa]$
s	šířka unášecího kotouče	$[m]$
t	rozteč mezi unášeči	$[m]$
t_1	hloubka drážky v náboji	$[m]$
v	dopravní rychlost	$[m/s]$
v_s	skutečná dopravní rychlost	$[m/s]$
z	počet zubů řetězového kola	$[-]$
σ_{DOV}	dovolené namáhání v tahu	$[MPa]$
σ_{red}	reduované namáhání	$[MPa]$
σ_t	namáhání v tahu	$[MPa]$
τ_D	dovolené namáhání ve smyku	$[MPa]$
τ_k	namáhání ve smyku	$[MPa]$
φ'	reduovaný třecí úhel	$[^\circ]$
φ_e	vnitřní úhel pelet	$[^\circ]$
ψ	úhel stoupání závitů	$[^\circ]$
ω	úhlová rychlost	$[rad/s]$
ω_s	skutečná úhlová rychlost	$[rad/s]$

1. Úvod

Cílem bakalářské práce je navrhnutí a výběr optimální řešení dopravníku pro přepravu biomasy dle zadaných parametrů. Dopravovaná trať musí dosáhnout výšky 4,4 metrů a vzdálenosti 4,2 metrů od násypného místa k výsypnému.

Bakalářská práce je rozdělaná na více částí, kde v první části se zabývá řešením použití vhodného typu dopravníku a popisu jeho základní částí. V druhé části je navržené dispoziční řešení a varianty dopravované trati. V poslední části je vybraný dopravník a jeho části navrženy a vypočteny tak aby vyhovovali normám a maximálním zatížením. Součástí práce jsou také výkresy dopravníku.

2. Biomasa

Všeobecně je to souhrn látek tvořících těla všech organismů, jak rostlin, bakterií, sinic a hub, tak i živočichů. Tímto pojmem často označujeme rostlinnou biomasu využitelnou pro energetické účely. Tu můžeme rozdělit na tři skupiny pelety, brikety a kusové dřevo. V mé práci mám lehkým dopravníkem dopravovat směs pelet. Pelety jsou lisované granule kruhového průřezu mívající průměr 6 až 8 mm a délku 10 až 30 mm. Směs pelet označujeme jak celé pelety, tak i drcený prach vzniklý z pelet důvodem dopravy a skladování. Jsou vyrobeny výhradně z odpadového materiálu, jako jsou piliny nebo hobliny bez chemických přísad. Lisováním pod vysokým tlakem se dosahuje vysoká sypná měrná hmotnost paliva (min. 650 kg/m³). Jejich velkou výhodou je, že mají obsah vlhkosti pouze 8 – 10%. Vnitřní úhel pelet je 34° a součinitel vnějšího tření mezi peletami a potrubím dopravníku se rovná 0,2. Hodnoty byly zjištěny pomocí měření. Biomasu můžeme dopravovat různými druhy dopravníku, jako jsou redlerové, pásové, šnekové, trubkové řetězové (schrage) dopravníky nebo kombinací dopravníku.



Obr. 1 Biomasa-pelety [1]

3. Rozdělení a výběr vhodného dopravníku

Biomasu můžeme dopravovat různými druhy dopravníku, jako jsou redlerové, pásové, šnekové, trubkové řetězové (schrage) dopravníky nebo kombinací dopravníku. Při dopravě biomasy by měly být dopravníky nejlépe uzavřené z důvodu prašnosti. V mé práci a po konzultaci s vedoucím práce jsem použil trubkový řetězový dopravník z důvodu flexibilnosti tratě.

3.1. Redlerový dopravník



Obr. 2 Redlerový dopravník [2]

Redler je mechanický dopravník s tažným a nosným prostředkem v podobě nekonečného řetězu s unášeci vedeného v kluzných profilech a poháněný řetězovým kolem. Vnitřní prostor redlerů je utěsněn a oddělen od okolního prostředí. Nehodí se pro dopravu materiálu, kde je nutné zachovat tvar a velikost materiálu.

Hlavní části

Poháněcí stanice

Částí poháněcí stanice je elektromotor s převodovkou, který přenáší točivý moment pomocí hřídele na ozubené kolo. Ozubené kolo má tvar dle požadovaného řetězu. Poháněcí stanice má ve dnu otvor, kterým je odváděn materiál. Součástí poháněcí stanice je napínací stanice řetězu, která je tvořena menšími ozubenými koly a stavěcími šrouby.

Žlab

Je tvořen z plechových svařovaných dílů spojené navzájem přírubami. Dno bývá opatřeno kluznými lištami pro vedení řetězového pásma. V horní části žlabu je na bočních stěnách upevněno vedení pro vratnou větev řetězového pásma. Z důvodu snížení prašnosti se žlab uzavírá v horní části víkem

Vratná stanice

Vratnou stanicí tvoří ozubené kola většinou stejná jako u poháněcí stanice.

Řetězové pásmo s unášeči

Řetěz složen z kloubových článků. Unášeče jsou většinou k řetězu přišroubovány. Rozteč mezi unášeči bývá 100-250 mm

3.2. Trubkový (hadicový) pásový dopravník



Obr. 3 Hadicový dopravník [3]

Byl vyvinut v roce 1970 japonskou firmou PIPE CONVEYOR Co.Ltd. První funkční instalace byla provedena v roce 1979. Princip pásu je jednoduchý, pás se u klasického dopravníku tvaruje pouze do korýtko, u trubkového dopravníku je tvarován do uzavřené trubky. V místě nakládky a vykládky materiálu je pás rozvinut a po vysypu nebo nasypu materiálu je opět pás uzavřen do trubky pomocí soustavy podpěr. Hlavní nevýhodou těchto dopravníků je problémy s otáčením pásu, problémy v zimním období kdy se nesmí zastavit a musí jet i na prázdko

Hlavní části

Poháněcí stanice

Elektromotor, který přeměňuje točivý moment na tažnou sílu v dopravním pásu. Ta se přenáší pomocí poháněcího bubnu třením na dopravní pás. Pro lepší tření jsou bubny například pogumovány.

Vratná stanice

Je konečným článkem dopravníku a taky výsypným místem kde pás bývá rozevírán.

Nosná konstrukce

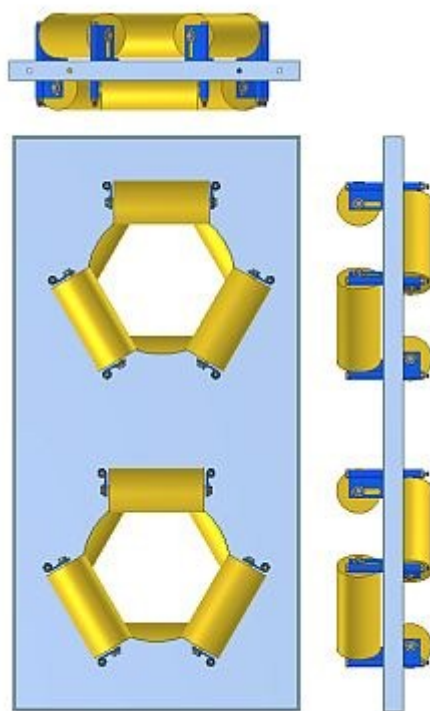
Bývá tvořená válečkovými stolicemi, které pás uzavírá do trubkového tvaru. U hadicového dopravníku je nosná konstrukce stejná jak v horní či spodní větvi dopravníku.

Dopravní pás

Tvoří ho nekonečný pás obíhající okolo poháněcího a vratného (vysypného bubnu). Pásky jsou vyrobeny z gumy nebo PVC a nosná kostra pásu je s textilních vložek nebo pro větší namáhání je kostra pásu tvořena vysokopevnostními ocelovými lanky.

Napínací zařízení

U hadicového dopravníku se používá převážně pomocí napínacích šroubů, pomocí ručního kladkostroje, pomocí závaží.



Obr. 4 Válečková stolička [3]

3.3. Šnekový dopravník



Obr. 5 Šnekový dopravník [4]

Šnekový dopravník je vhodný pro vodorovnou, šikmou nebo svislou dopravu. Patří mezi nejstarší používané dopravní zařízení. Šnekové dopravníky dopravují ve žlabu pomocí rotujícího šneka. Pracují buď jako samostatné stoje nebo jsou pro svou spolehlivost zařazovány do manipulačních anebo výrobních linek. Jsou vhodné pro dopravu prašných, zrnitých, kusovitých do rozměrů 60 mm, suchých a částečně vlhkých, pevných i vláknitých materiálů. Nehodí se pro dopravu lepkavých a abrazivních materiálů.

Hlavní části

Pohon

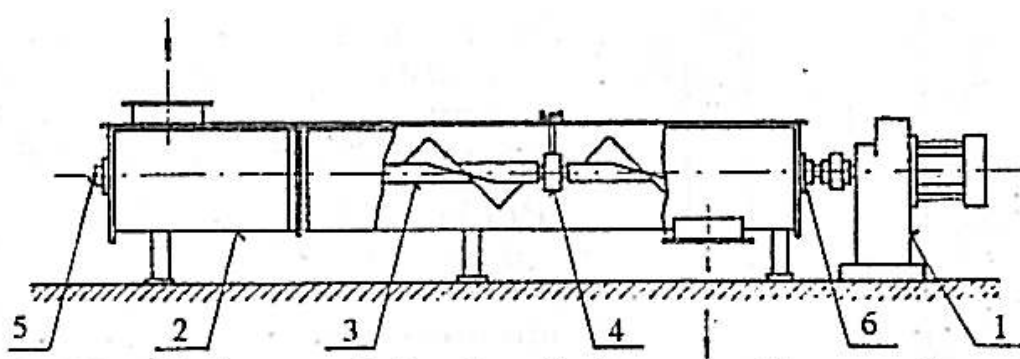
Nejčastěji tvoří převodový elektromotor anebo elektromotor s frekvenčním měničem. Je umístěn většinou na konzoli spojené s čelem dopravníku. U větších jednotek má pohon samostatný základ. Dle umístění pohonu se rozlišují dopravníky na tlačné a tažné. Materiál dopravován směrem od pohonu jsou pohony tlačnými a směrem k pohonu je tlačný pohon.

Šnek a hřídel šneku

Šnekovnice může mít levé nebo pravé stoupání. Možné je i uspořádání dvou šnekovnic s opačným stoupáním v různých částech stejné hřídele. Hřídel šneku je svými konci uložen v předním a zadním čele žlabu. Hřídel může být plná i trubková s plnými čepy pro uložení v ložiscích.

Žlab

Je to nosná část dopravníku. Jeho tvar má většinou písmene U anebo bývá kruhového průřezu. Rozměry žlabu se udávají na základě rozměrů šneku. Žlab může být otevřen, ale pro snížení prašnosti bývá uzavřen. Dopravovaný materiál se přivádí horní násypkou, která je umístěna na začátku dopravníku.



Obr. 6 Komponenty šnekového dopravníku [5]

3.4. Trubkový řetězový dopravník



Obr. 7 Trubkový řetězový dopravník [6]

Na trubkové řetězové dopravníky se specializuje firma Schrage. Trubkové řetězové dopravníky dopravují téměř veškeré sypké materiály z místa nasyčky do místa výsyčky. Pracují na základě jednoduchého principu dopravy sypkého produktu v uzavřeném potrubním systému, v němž se pohybuje článkový řetěz s unášecími kotouči, které hrnou dopravovaný materiál. Hlavní výhody těchto dopravníků je prostorová flexibilita a malá energetická náročnost, které byly hlavními znaky výběru dopravníku pro mou práci. Doprava vodorovným směrem až do vzdálenosti 55 metrů nebo svislé dopravy až do výšky 35 metrů.

Hlavní části

Pohon

Je tvořen elektromotorem s násuvnou převodovkou, který přenáší točivý moment dále pomocí hřídele na ozubené kolo. Ozubené kolo převádí točivý moment na tažnou sílu v řetězu.

Řetěz s unášecími kotouči

Unášecí kotouče bývají vyráběny z různých umělohmotných materiálů, oceli nebo šedé litiny. Kotouče bývají upevněny na řetězu pomocnými plechy a přišroubovány dvě poloviny k sobě. Řetěz používáme článkový dle německé normy DIN 762 z různých materiálů, například z různých uhlíkatých i nerezových ocelí.

Tělo dopravníku

Je tvořeno z potrubí a potrubních kolen spojené přírubami. Materiály potrubí jsou nerezové oceli používané v potravinářském průmyslu, konstrukční ocel používané v chemickém, farmaceutickém průmyslu, a odvětví pro výrobu buničiny, textilu a barviv, výroba hnojiv, plastů a pohonných hmot.

Čistící systém

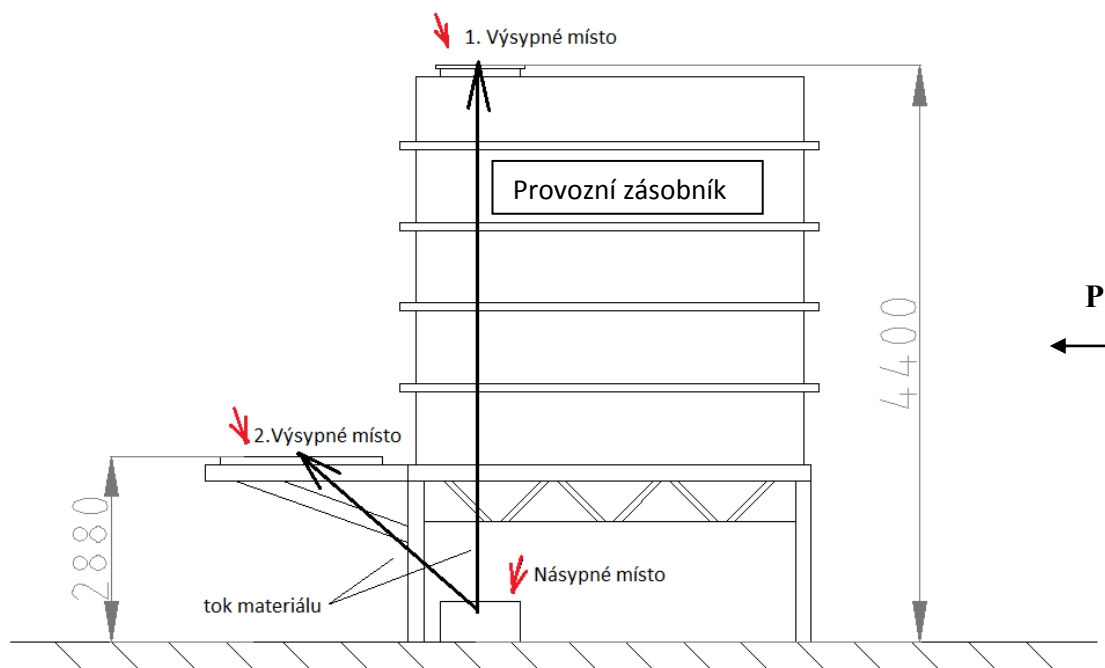
Čistící systém může být umístěn u poháněcí stanice jako poháněné rotační kartáče, které zbavují zbytky přepravovaného materiálu na unášečích a řetězu. Dále se používají seškrabavající ozubená kola která seškrabávají materiál s unášečích kotoučů. Jedny z nejdůležitějších jsou ale i čistící kotouče (unášeče), které čistí a seškrabávají zbytky materiál uchycený na těle dopravníku (potrubí).



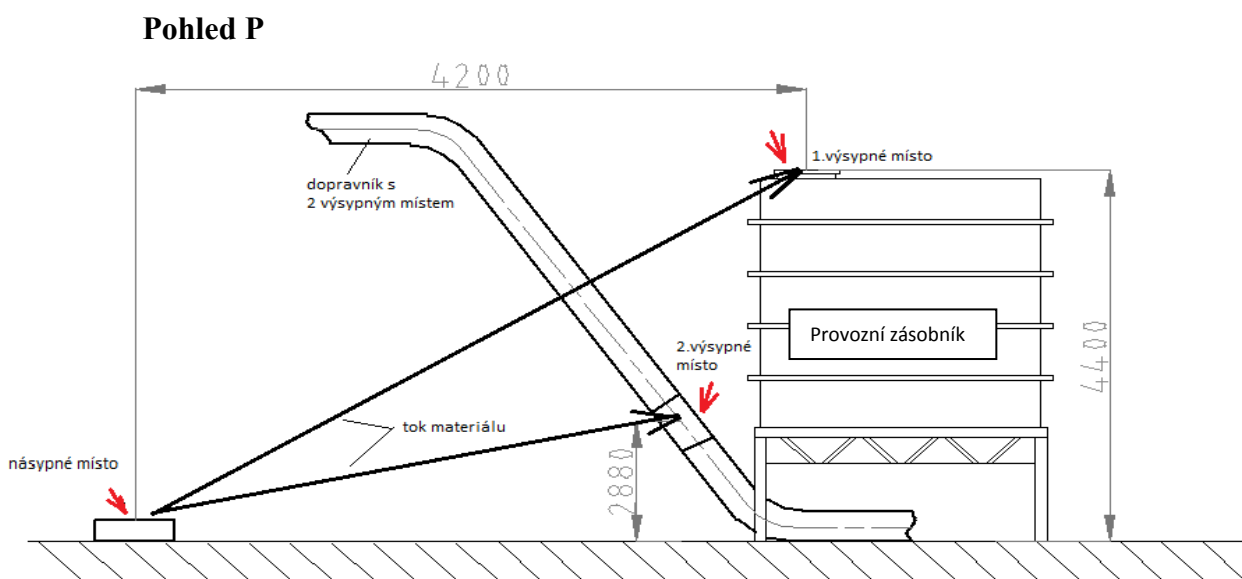
Obr. 8 Čistící systém [6]

4. Návrh dopravní tratě

4.1. Dispoziční řešení



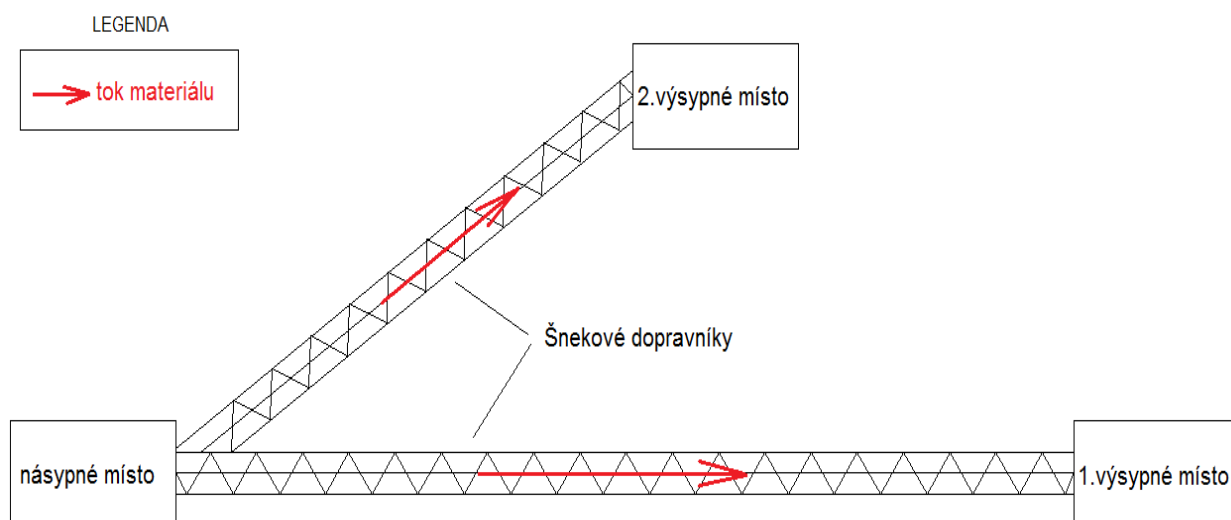
Obr. 9 Dispoziční řešení - nárys



Obr. 10 Dispoziční řešení - bokorys

Dopravník přepravuje 10t/h biomasy z nulové hladiny (podlahy) do 4,4m vysokého zásobníku a na dopravník umístěn 2,9m nad podlahou. Na dopravník se bude vysypávat biomasa jen v různých intervalech. Dopravní tratě jsou navrženy ve dvou variantách.

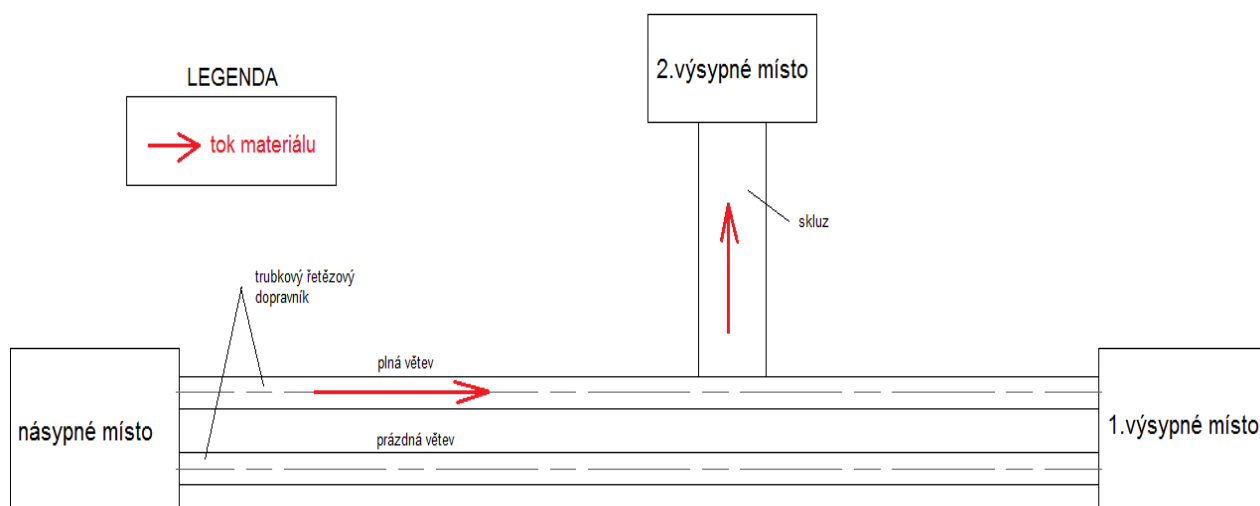
4.1.1. Varianta 1



Obr. 11 Dopravovaná trať - Varianta 1

Tato varianta nabízí řešení dvou šnekových dopravníků z jednoho násypného místa. Nevýhodou tohoto řešení je použití dvou zmiňovaných dopravníků, větší cena a složitější příprava.

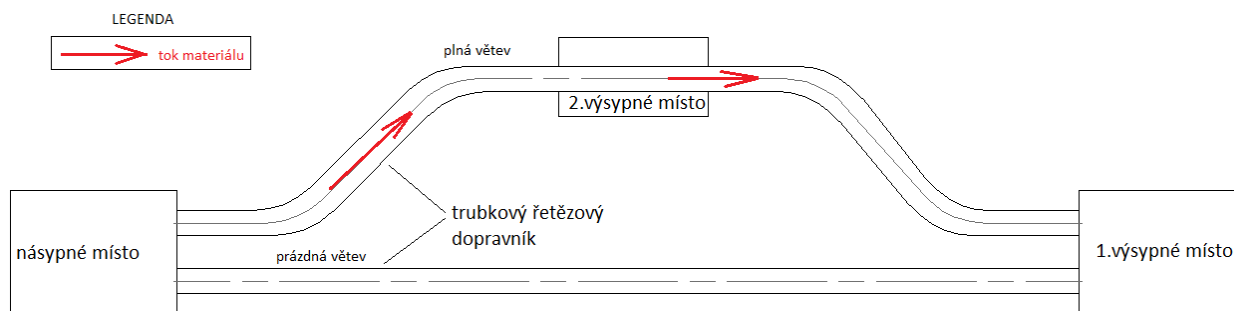
4.1.2. Varianta 2



Obr. 12 Dopravovaná trať - Varianta 2

Na tuto variantu byl použit trubkový řetězový dopravník s dvěma výsypkami. U první výsypky je také použit skluz, kterým odvádíme při otevření výsypky materiál na 2. Výsypné místo.

4.1.3. Varianta 3

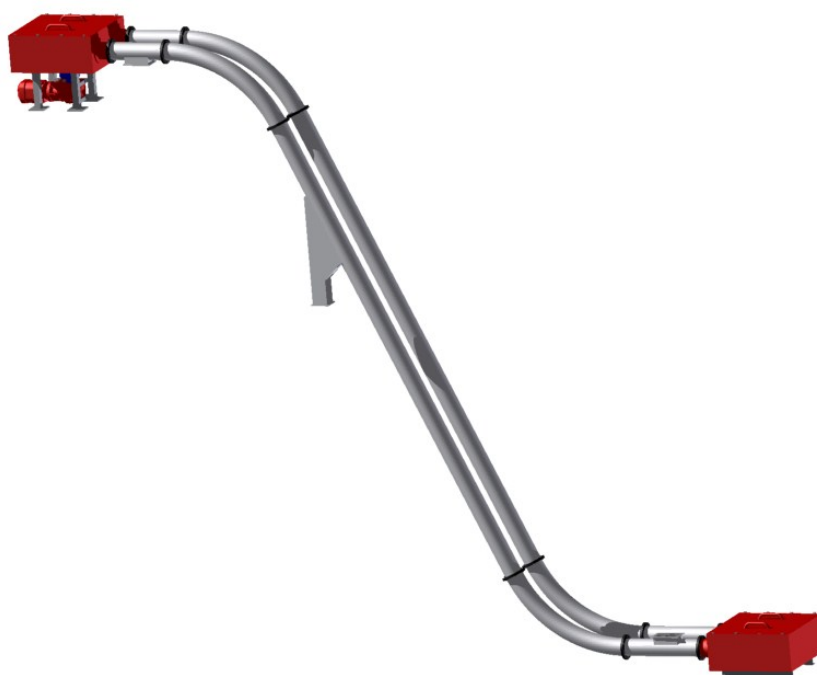


Obr. 13 Dopravovaná trať - Varianta 3

Pro variantu 3 byl použit trubkový řetězový dopravník, kde plná větev vede přes druhé výsypné místo. Byl použit prostorové ohyby což je hlavní nevýhoda pro tuto variantu.

4.1.4. Výběr varianty

Vybral jsem si variantu 2 z důvodu prostorové flexibilitnosti a jednoduchosti zpracování komponentů potřebného k dopravníku. Varianta 1 se nehodila z důvodu použití dvou šnekových dopravníků a varianta 3 nebyla vybrána z důvodu prostorového ohybu u dopravníku a složitosti sestavení dopravované tratě.

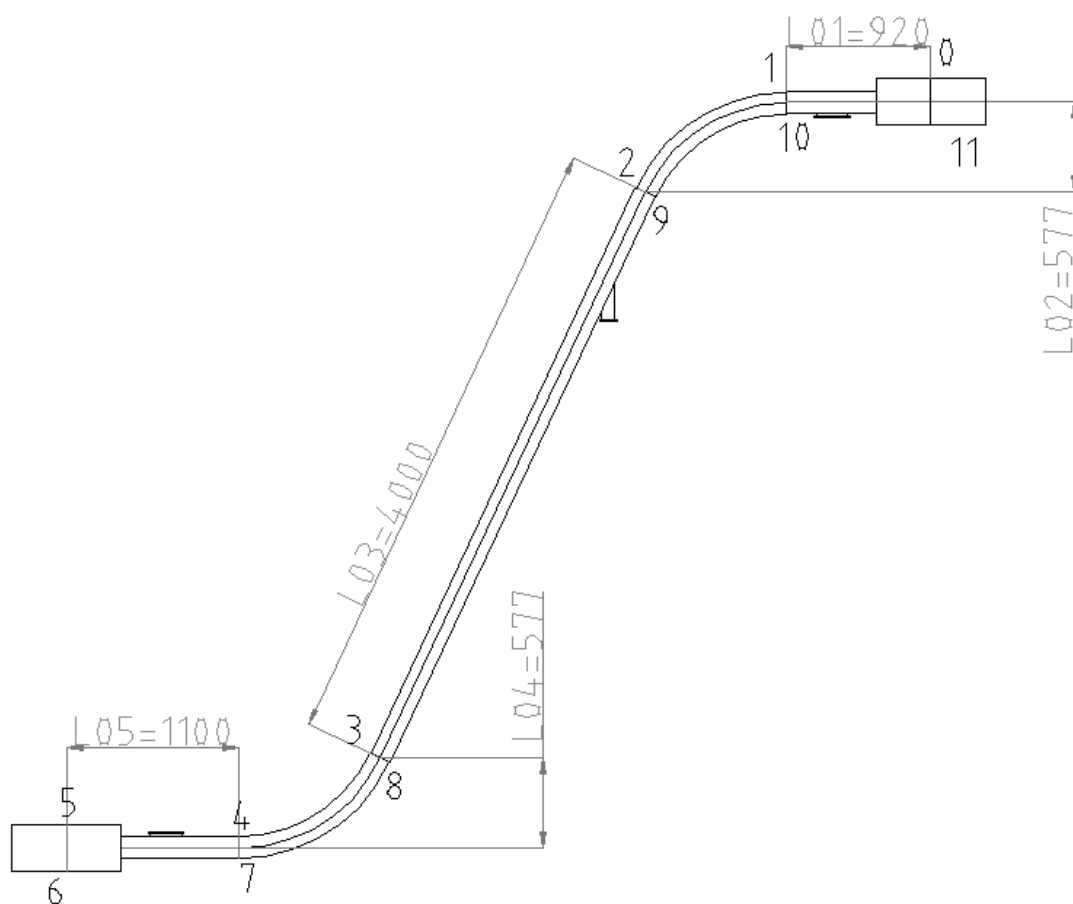


Obr. 14 Návrh dopravované tratě

5. Technologický výpočet

Graficko-početní metoda

Navržena dopravní trať má jedno násypné místo a dvě výsypné. Poháněcí stanice je v horní části dopravníku u druhého výsypného otvoru. Oblouky v na dopravní trati jsou řešeny tak, aby se nemuselo použít převáděcí kolo. Sklon dopravníku je 65° .



Obr. 145 Návrh dopravované tratě

$$L01=L10=0,92\text{m}$$

$$L02=L09=0,577\text{m}$$

$$L03=L08=4\text{m}$$

$$L04=L07=0,577\text{m}$$

$$L05=L06=1,1\text{m}$$

-Hmotnost jednoho unášeče

$$\begin{aligned}m &= \rho_u \cdot V = \rho_u \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \right) \\m &= 928,08 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0,135^2}{4} \cdot 0,01 \right) \\m &= \underline{0,132kg}\end{aligned}\tag{1}$$

Hmotnost unášeče je dvojnásobná než vypočtena z důvodu spojení a sešroubování unášečů.

-rozteč mezi unášeči – $t=0,3m$

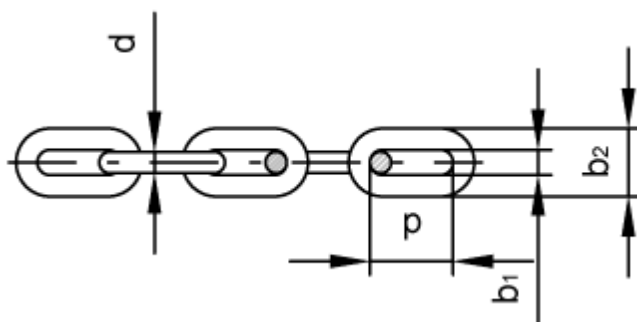
-hmotnost materiálu na jeden metr délky

$$\begin{aligned}m_M &= \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \cdot l_1 \cdot \rho_s \cdot k_\varphi \\m_M &= \frac{\pi \cdot 0,1357^2}{4} \cdot 1 \cdot 600 \cdot 0,8 \\m_M &= \underline{6,94kg / m}\end{aligned}\tag{2}$$

-koeficient sypnosti

$$\begin{aligned}k &= \frac{1 - \sin(\varphi_e)}{1 + \sin(\varphi_e)} \\k &= \frac{1 - \sin(34^\circ)}{1 + \sin(34^\circ)} \\k &= \underline{0,28}\end{aligned}\tag{3}$$

-hmotnost řetězu na metr délky $m_{řet}=1,8kg/m$



tloušťka	rozteč	šířka		hmotnost	zatížení		
d	p	b1 min	b2 max		dovolené	zkušební	trhací
mm	mm	mm	mm	kg/m	kN	kN	kN
10	50	14	36	1,80	10	25,0	50,0

Obr. 156 Článekový řetěz[7]

-hmotnost tažného celku na metr délky $m_r=2,8kg/m$

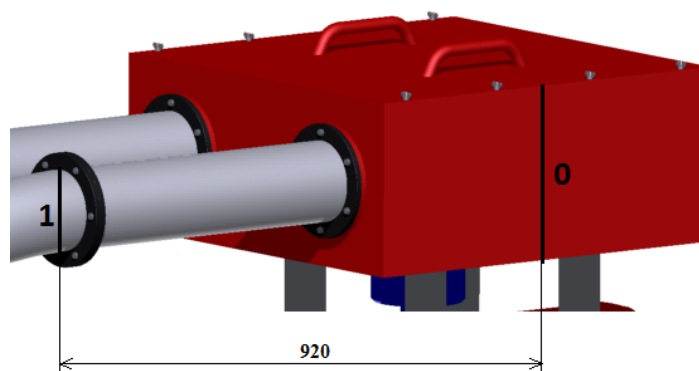
-součinitel tření mezi plastovým unášěčem a potrubí $\mu=0,4$

-součinitel vnitřního tření potrubí-pelety $f_w=0,2$

-úsek 0-1

$L_{01}=0,92m$

Napínací síla= 400-1000N.....volím 1000N



Obr. 16 Úsek 0-1

$$T_0 = \frac{F_{NAP}}{2}$$

$$T_0 = \frac{1000}{2}$$

$$T_0 = \underline{500N}$$
(4)

$$k_1 = L_{01} \cdot m_r \cdot g \cdot \mu$$

$$k_1 = 0,92 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4$$

$$k_1 = \underline{10,11N}$$
(5)

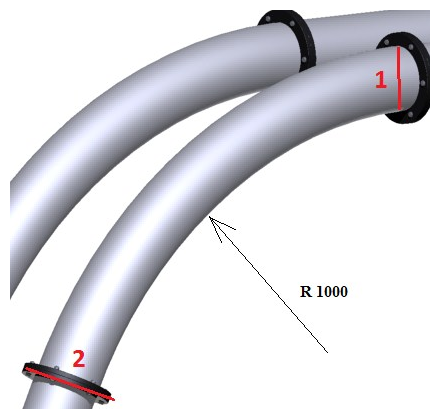
$$T_{01} = T_0 + k_1$$

$$T_{01} = 500 + 10,11$$

$$T_{01} = \underline{510,11N}$$
(6)

-úsek 1-2 - oblouk o poloměru **1m**

$$L_{02} = \underline{0,577m}$$



Obr. 17 Úsek 1-2

$$k_2 = L_{02} \cdot m_r \cdot g \cdot \mu - L_{02} \cdot m_r \cdot g$$

$$k_2 = 0,577 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4 - 0,577 \cdot 2,8 \cdot 9,81$$

$$k_2 = \underline{-9,5N}$$
(7)

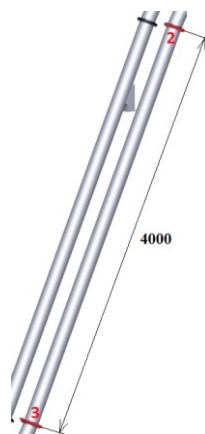
$$T_{02} = T_{01} + k_2$$

$$T_{02} = 510,11 - 9,5$$

$$T_{02} = \underline{500,61N}$$
(8)

-úsek 2-3 - sklon úseku 65°

$$L_{03}=4m$$



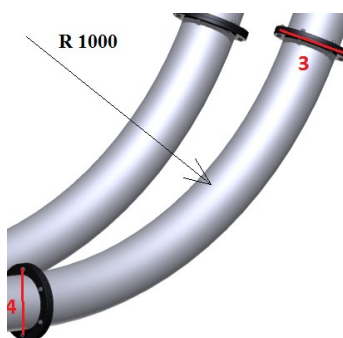
Obr. 18 Úsek 2-3

$$\begin{aligned} k_3 &= -L_{03} \cdot m_r \cdot g \cdot \mu - L_{03} \cdot m_r \cdot g \\ k_3 &= -4 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4 - 4 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \\ k_3 &= \underline{-153,82N} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} T_{03} &= T_{02} + k_3 \\ T_{03} &= 500,61 - 153,82 \\ T_{03} &= \underline{346,79N} \end{aligned} \quad (10)$$

-úsek 3-4 - oblouk o poloměru $1m$

$$L_{04}=0,577m$$



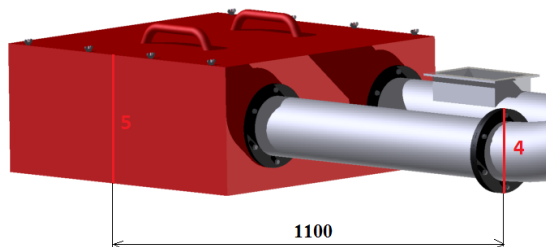
Obr. 19 Úsek 3-4

$$\begin{aligned} k_4 &= L_{04} \cdot m_r \cdot g \cdot \mu - L_{04} \cdot m_r \cdot g \\ k_4 &= 0,577 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4 - 0,577 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \\ k_4 &= \underline{-9,5N} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned}
 T_{04} &= T_{03} + k_4 \\
 T_{04} &= 346,79 - 9,5 \\
 T_{04} &= \underline{337,29N}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

-úsek 4-5

$$L_{05}=1,1m$$



Obr. 20 Úsek 4-5

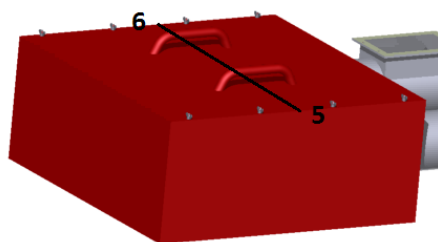
$$\begin{aligned}
 k_5 &= L_{05} \cdot m_r \cdot g \cdot \mu \\
 k_5 &= 1,1 \cdot 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \\
 k_5 &= \underline{12,08N}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
 T_{05} &= T_{04} + k_5 \\
 T_{05} &= 337,29 + 12,08 \\
 T_{05} &= \underline{349,37N}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

-úsek 5-6 (převáděcí úsek)

-násobíme součinitelem 1,2 z důvodu odporů v ložiskách

$$k_6 = \underline{0N}$$



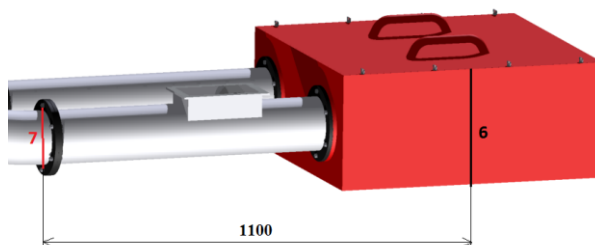
Obr. 21 Úsek 5-6

$$\begin{aligned}
 T_{06} &= 1,2 \cdot T_{05} \\
 T_{06} &= 1,2 \cdot 349,37 \\
 T_{06} &= \underline{419,24N}
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

-plná větev

-úsek 6-7

$L_{06}=1,1m$



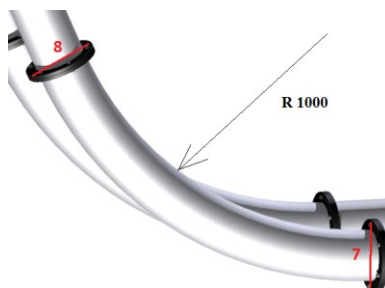
Obr. 22 Úsek 6-7

$$\begin{aligned}
 k_7 &= L_{06} \cdot [m_M \cdot g \cdot f_w \cdot (1 + k) + m_r \cdot g \cdot \mu] \\
 k_7 &= 1,1 \cdot [6,94 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot (1 + 0,28) + 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4] \\
 k_7 &= \underline{28,42N}
 \end{aligned} \tag{16}$$

$$\begin{aligned}
 T_{07} &= T_{06} + k_7 \\
 T_{07} &= 419,24 + 28,42 \\
 T_{07} &= \underline{447,66N}
 \end{aligned} \tag{17}$$

-úsek 7-8 - oblouk o poloměru $1m$

$L_{07}=0,577m$



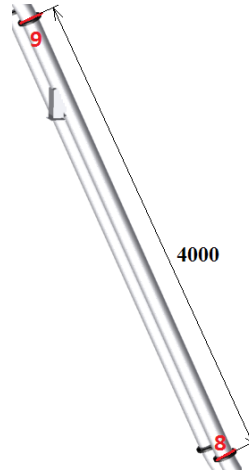
Obr. 23 Úsek 7-8

$$\begin{aligned}
 k_8 &= L_{07} \cdot [m_M \cdot g \cdot f_w \cdot (1 + k) + m_r \cdot g \cdot \mu] + L_{07} \cdot [(m_M + m_r) \cdot g + (\rho_s \cdot g \cdot k \cdot t \cdot d \cdot \pi \cdot f_w)] \\
 k_8 &= 0,577 \cdot [6,94 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot (1 + 0,28) + 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4] + \\
 &+ 0,577 \cdot [(6,94 + 2,8) \cdot 9,81 + (600 \cdot 9,81 \cdot 0,28 \cdot 0,3 \cdot 0,135 \cdot \pi \cdot 0,2)] \\
 k_8 &= \underline{95,85N}
 \end{aligned} \tag{18}$$

$$\begin{aligned}
 T_{08} &= T_{07} + k_8 \\
 T_{08} &= 447,66 + 95,85 \\
 T_{08} &= \underline{543,51N}
 \end{aligned} \tag{19}$$

-úsek 8-9 - sklon úseku 65°

$$L_{08}=4m$$



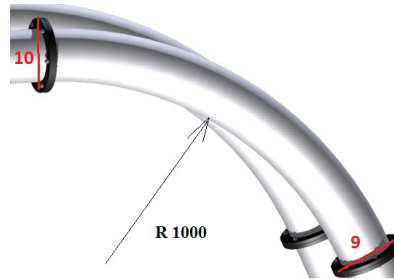
Obr. 24 Úsek 8-9

$$\begin{aligned} k_9 &= L_{08} \cdot [m_M \cdot g \cdot f_w \cdot (1+k) + m_r \cdot g \cdot \mu] + L_{08} \cdot [(m_M + m_r) \cdot g + (\rho_s \cdot g \cdot k \cdot t \cdot d \cdot \pi \cdot f_w)] \\ k_9 &= 4 \cdot [6,94 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot (1+0,28) + 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4] + \\ &+ 4 \cdot [(6,94 + 2,8) \cdot 9,81 + (600 \cdot 9,81 \cdot 0,28 \cdot 0,3 \cdot 0,135 \cdot \pi \cdot 0,2)] \\ k_9 &= \underline{664,48N} \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} T_{09} &= T_{08} + k_9 \\ T_{09} &= 543,51 + 664,48 \\ T_{09} &= \underline{1207,99N} \end{aligned} \quad (21)$$

-úsek 9-10 - oblouk o poloměru $1m$

$$L_{09}=0,577m$$



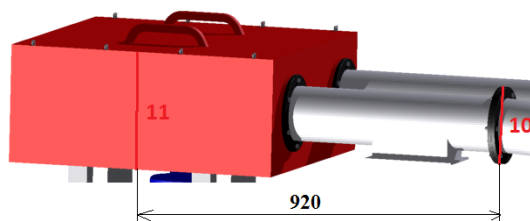
Obr. 25 Úsek 9-10

$$\begin{aligned} k_{10} &= L_{09} \cdot [m_M \cdot g \cdot f_w \cdot (1+k) + m_r \cdot g \cdot \mu] + L_{09} \cdot [(m_M + m_r) \cdot g + (\rho_s \cdot g \cdot k \cdot t \cdot d \cdot \pi \cdot f_w)] \\ k_{10} &= 0,577 \cdot [6,94 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot (1+0,28) + 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4] + \\ &+ 0,577 \cdot [(6,94 + 2,8) \cdot 9,81 + (600 \cdot 9,81 \cdot 0,28 \cdot 0,3 \cdot 0,135 \cdot \pi \cdot 0,2)] \\ k_{10} &= \underline{95,85N} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} T_{10} &= T_{09} + k_{10} \\ T_{10} &= 1207,99 + 95,85 \\ T_{10} &= \underline{1303,84N} \end{aligned} \quad (21)$$

-úsek 10-11

$$L_{10}=0,92m$$



Obr. 26 Úsek 10-11

$$k_{11} = L_{10} \cdot [m_M \cdot g \cdot f_w \cdot (1+k) + m_r \cdot g \cdot \mu]$$

$$k_{11} = 0,92 \cdot [6,94 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot (1+0,28) + 2,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4]$$

$$k_{11} = \underline{26,14N}$$
(22)

$$T_{11} = T_{10} + k_{11}$$

$$T_{11} = 1303,84 + 26,14$$

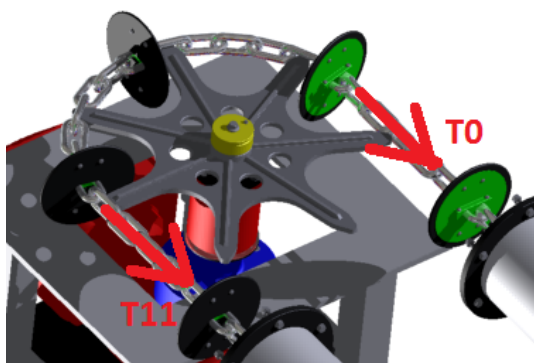
$$T_{11} = \underline{1330N}$$
(23)

-celková tažná síla

$$F = T_{11} + T_0$$

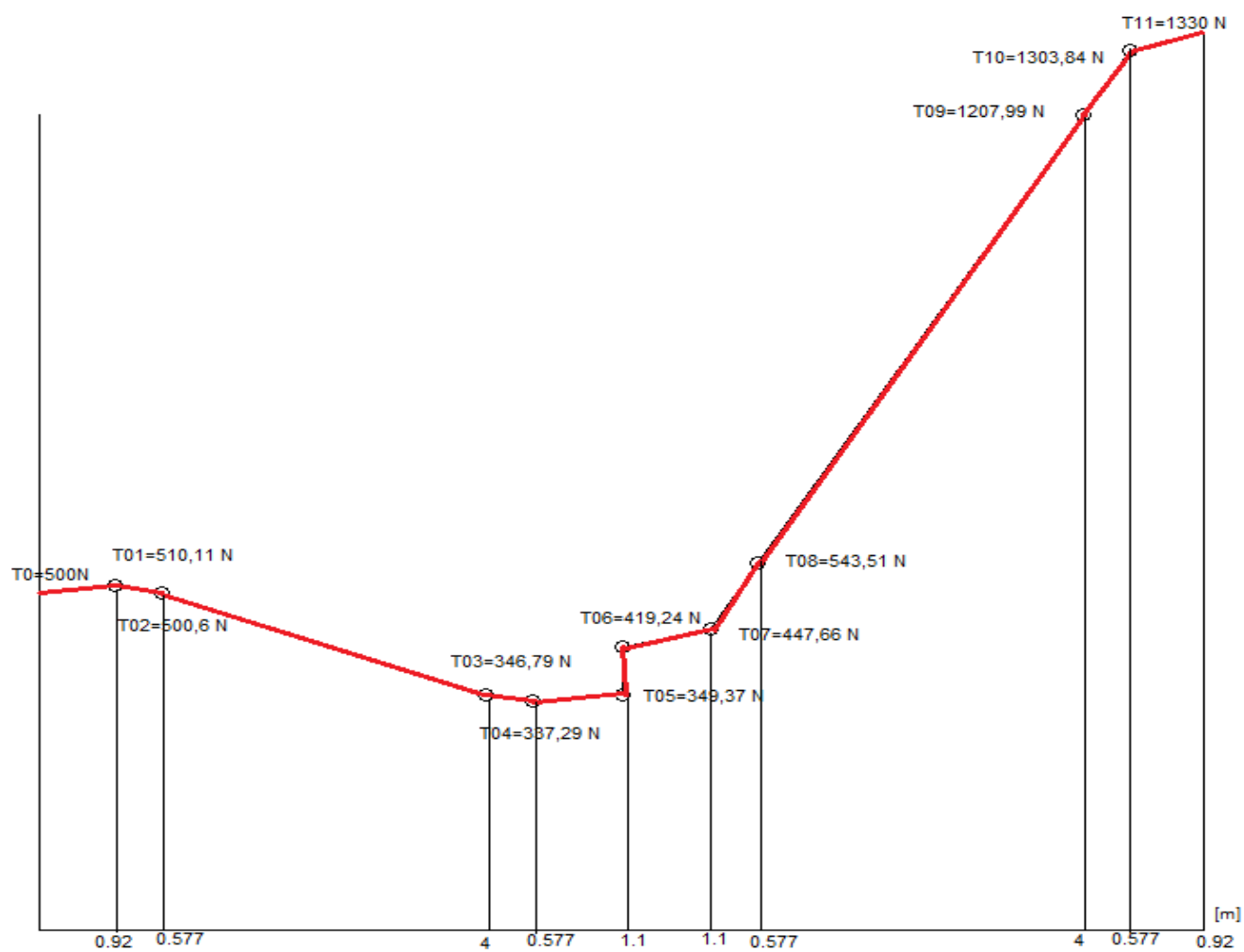
$$F = 1330 + 500$$

$$F = \underline{1830N}$$
(24)



Obr. 27 Vyjádření napínací síly

-graf silových odporů v jednotlivých úsecích dopravníku



Obr. 28 Graf silových odporů

6. Návrh poháněcí stanice

-výpočet potřebného výkonu motoru

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta_{pr}}$$
$$P = \frac{1830 \cdot 0,4}{0,9}$$
$$P = \underline{813,33W}$$
(25)

-výpočet úhlové rychlosti

$$\omega = \frac{v}{\frac{D_k}{2}}$$
$$\omega = \frac{2 \cdot 0,4}{0,41}$$
$$\omega = \underline{1,95s^{-1}}$$
(26)

-výpočet potřebného kroutícího momentu

$$M_k = \frac{P}{\omega}$$
$$M_k = \frac{813,33}{1,95}$$
$$M_k = \underline{417,09Nm}$$
(27)

-výpočet požadovaných otáček

$$n_{pož} = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$$
$$n_{pož} = \frac{1,95}{2 \cdot \pi}$$
$$n_{pož} = \underline{0,3103ot \cdot s^{-1} = 18,628ot \cdot min^{-1}}$$
(28)

AC motor s převodovkou K57DRE90M4- “SEW-eurodrive“

Jmenovité otáčky motoru [1/min]:	1420
Výstupní otáčky [1/min]:	19
Celkový převodový poměr:	76,56
Výstupní moment [Nm]:	565
Provozní součinitel SEW-FB:	1,05
Vstup montážní poloha / IM:	M6A
Svorkovnice pozice [°]:	0
Kabelová vývodka / polohy konektoru:	X
Výstupní hřídel [mm]:	35x70
Přípustná výstupní radiální zatížení s n = 1400[N]:	7910
Výkon motoru [kW]:	1,1
Délka faktor:	S1-100%
Třída účinnosti:	IE2
Účinnost (50/75/100% Pn) [%]:	82,5 / 83,5 / 82,4
CE mark:	Ano
Napětí motoru [V]:	230/400
Schéma zapojení:	R13
Kmitočet [Hz]:	50
Jmenovitý proud [A]:	4,25 / 2,45
Cos Phi:	0,79
Tepelná klasifikace:	130 (B)
Ochrana motoru Typ:	IP54
Provedení požadavek:	IEC
Čistá hmotnost [kg]:	42
Barva: (20070310)	7031 modrá Šedá
Výstupní hřídel (průměr x délka)	35x70 mm

-výpočet skutečné úhlové rychlosti

$$\omega_s = 2 \cdot \pi \cdot n_v$$

$$\omega_s = 2 \cdot \pi \cdot 19$$

(29)

$$\omega_s = 119,38 \text{ min}^{-1} = \underline{1,989 \text{ s}^{-1}}$$

$-n_v=19 \text{ ot/min}$ – výstupní otáčky (katalog SEW)

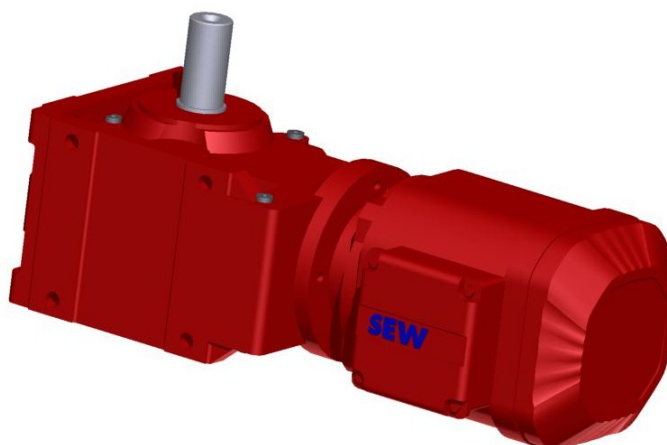
-výpočet skutečné dopravované rychlosti

$$v_s = \omega_s \cdot \frac{D_k}{2}$$

$$v_s = 1,989 \cdot \frac{0,41}{2}$$

(30)

$$v_s = \underline{0,407 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

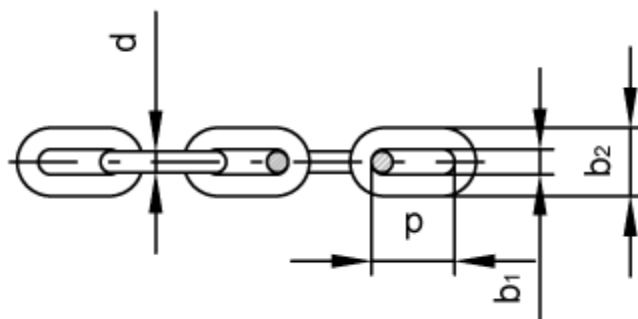


Obr. 29 Elektromotor s převodovkou “SEW-eurodrive”

7. Pevnostní výpočet

7.1. Kontrola tažného členu

-volím článkový řetěz *Calibrated GK3 DIN 762*



tloušťka	rozteč	šířka		hmotnost	zatížení		
d	p	b1 min	b2 max		dovolené	zkušební	trhací
mm	mm	mm	mm	kg/m	kN	kN	kN
10	50	14	36	1,80	10	25,0	50,0

Obr. 301 Článkový řetěz[7]



Obr. 31 3D Model článkového řetězu

-statická síla v řetězu

$$F_{\bar{r}} = \frac{F_{NAP}}{2} + F$$

$$F_{\bar{r}} = \frac{1000}{2} + 1830$$

$$F_{\bar{r}} = \underline{2330N}$$
(31)

-dynamická síla působící na řetěz

$$\alpha_0 = \frac{360}{z}$$

$$\alpha_0 = \frac{360}{7}$$

$$\alpha_0 = \underline{51,43^\circ}$$
(32)

$$F_{DS} = 3 \cdot m_L \cdot a_{r \max} \quad (33)$$

-maximální zrychlení řetězu $a_{r \max} = \text{viz. Níže}$

-roztečný průměr řetězového kola $D_k = 0,45m$

-redukovaná hmotnost $m_L = \text{viz. Níže}$

-výpočet převzat z diplomové práce **Bc. Jakuba Lhosty**

-výpočet délky plného dopravovaného úseku

$$\begin{aligned} L_{pl} &= L_{06} + L_{07} + L_{08} + L_{09} + L_{10} \\ L_{pl} &= 1,1 + 0,577 + 4 + 0,577 + 0,92 \\ L_{pl} &= \underline{7,174m} \end{aligned} \quad (34)$$

- výpočet délky prázdného dopravovaného úseku

$$\begin{aligned} L_{pr} &= L_{01} + L_{02} + L_{03} + L_{04} + L_{05} \\ L_{pr} &= 0,92 + 0,577 + 4 + 0,577 + 1,1 \\ L_{pr} &= \underline{7,174m} \end{aligned} \quad (35)$$

-redukovaná hmotnost

$$\begin{aligned} m_L &= L_{pl} \cdot (m_M + m_r) + L_{pr} \cdot m_r \\ m_L &= 7,174 \cdot (6,94 + 2,8) + 7,174 \cdot 2,8 \\ m_L &= \underline{90kg} \end{aligned} \quad (36)$$

- maximální zrychlení řetězu

$$\begin{aligned} a_{r \max} &= \frac{2}{D_k} \cdot v_{sk}^2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_0}{2}\right) \\ a_{r \max} &= \frac{2}{0,41} \cdot 0,407^2 \cdot \sin\left(\frac{51,43}{2}\right) \\ a_{r \max} &= \underline{0,35m \cdot s^{-2}} \end{aligned} \quad (37)$$

-dynamická síla působící na řetěz

$$\begin{aligned} F_{DS} &= 3 \cdot m_L \cdot a_{r \max} \\ F_{DS} &= 3 \cdot 90 \cdot 0,35 \\ F_{DS} &= \underline{94,5N} \end{aligned}$$

-celková síla působící na řetěz

$$\begin{aligned}F_{\check{r}_{_}celk} &= F_{\check{r}} + F_{DS} \\F_{\check{r}_{_}celk} &= 2330 + 94,5 \\F_{\check{r}_{_}celk} &= \underline{2424,5N}\end{aligned}\tag{38}$$

-max. síla působící na řetěz

-koeficient bezpečnosti $k_b=3-4$

$$\begin{aligned}F_{\check{r}_{_}max} &= F_{\check{r}_{_}celk} \cdot k_b \\F_{\check{r}_{_}max} &= 2424,5 \cdot 4 \\F_{\check{r}_{_}max} &= \underline{9698N}\end{aligned}\tag{39}$$

-kontrola řetězu z hlediska přetržení

$$\begin{aligned}F_{\check{r}_{_}max} &\leq F_{p\check{r}} \\9698 &< 50000N \Rightarrow \underline{vyhovuje}\end{aligned}\tag{40}$$

7.2. Návrh průměru hřídele

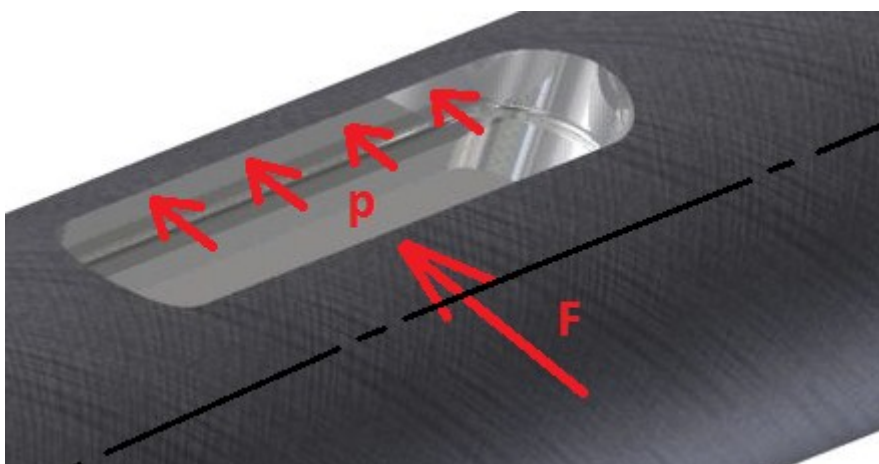
Ze vzorce na výpočet smyku vypočteme požadovaný průměr hřídele. Hřídel je vyrobena z materiálu 12060.

-krouticí moment $M_k=417,09 \text{ Nm}$

-dovolený tlak ve smyku $\tau_D=70\text{-}80 \text{ MPa}$

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{M_k}{\frac{\pi \cdot d_h^3}{16}} = \frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot d_h^3} \quad (41)$$

$$d_h = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot \tau_D}}$$
$$d_h = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 417,09}{\pi \cdot 80 \cdot 10^6}} \quad (42)$$
$$d_h = \underline{0,030m = 30mm}$$



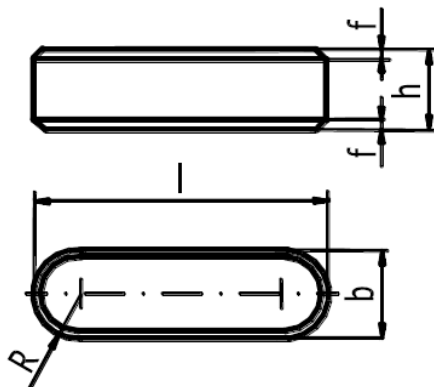
Obr. 32 Drážka pro pero

7.3. Návrh pera

Materiál řetězového kola 42 2306

Dovolený tlak $p_{D2}=100-250 \text{ MPa}$

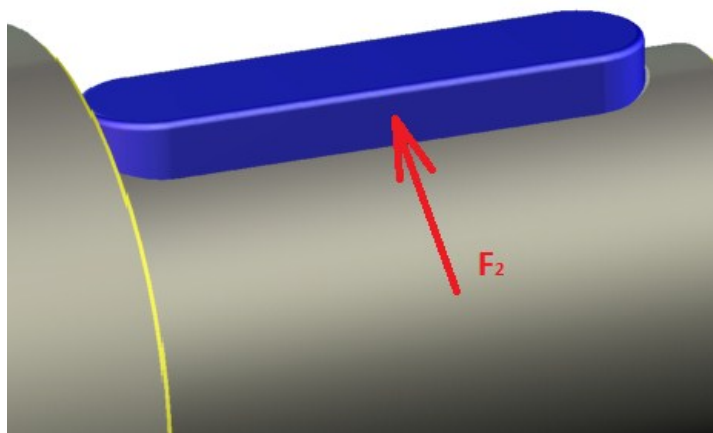
-dle průměru hřídele d_h zvolím z ČSN 02 2562 normalizovaný průřez pera $b \times h$ a určíme hloubku drážky v náboji t_l



Obr. 33 Pero těsné[10]

-náboj ukládáme na hřídel s minimální vůlí $\text{Ø}30 \text{ H}8/h7$ a musí se zajistit proti osovému posunutí

-v náboji je otláčovaná jen přímá část boku l' a hloubka drážky je $t_l < t$ platí $p_2 < p_1$



Obr. 34 síla působící na pero

-síla působící na bok pera

$$F_2 = \frac{M_k}{\frac{d_h}{2} + \frac{t_1}{2}}$$

$$F_2 = \frac{417,09}{\frac{0,030}{2} + \frac{0,0033}{2}} \quad (43)$$

$$F_2 = \underline{25050N}$$

-předběžná délka pera

$$l' \geq \frac{F_2}{p_{D2} \cdot t_1}$$

$$l' \geq \frac{25050}{250 \cdot 3,3} \quad (44)$$

$$l' \geq \underline{30,36mm \rightarrow 32mm}$$

-výpočet tlaku p_2

$$p_2 = \frac{F_2}{l' \cdot t_1} \leq p_{D2}$$

$$p_2 = \frac{25050}{32 \cdot 3,3}$$

$$p_2 = \underline{237,21MPa} \quad (45)$$

$$p_2 \leq p_{D2}$$

$$\underline{237,21MPa < 250MPa}$$

Podmínka splněna

-skutečná délka pera

$$l = l' + b$$

$$l = 32 + 10 \quad (46)$$

$$l = \underline{42mm}$$

Dle výpočtu použijeme **PERO 10h9 x 8 x 42 ČSN 02 2562**

7.4. Výpočet napínacího šroubu

Materiál šroubu - volím 11500

Mez kluzu $R_e=245-490MPa$

Součinitel smykového tření v závitech $f_z=0,2$

Koeficient bezpečnosti $k_s=3$

-výpočet předběžného průměru d_3

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{F_0}{S} = \frac{F_0}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \leq \sigma_{DOV} \\ \sigma_t &= \frac{F_0}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \leq \frac{R_e}{k_s} \\ d_3 &= \sqrt{\frac{4 \cdot F_0 \cdot k_s}{\pi \cdot R_e}} \\ d_3 &= \sqrt{\frac{4 \cdot 1830 \cdot 3}{\pi \cdot 245}} \\ d_3 &= \underline{5,34mm}\end{aligned}\tag{47}$$

-ze strojírenských tabulek byl zvolen šroub:

M10x1,5

d3=8,160 mm

d2=9,026 mm

d1=8,376 mm

-šroub volím větší z důvodu výpočtu redukovaného napětí, které musí být menší než dovolené.

-napětí v tahu/tlaku

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{F_0}{S} = \frac{4 \cdot F_0}{\pi \cdot d_3^2} \\ \sigma_t &= \frac{4 \cdot 1830}{\pi \cdot 8,160^2} \\ \sigma_t &= \underline{35MPa}\end{aligned}\tag{48}$$

-úhel stoupaní závitu

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{P_z}{\pi \cdot d_2}$$

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{1,5}{\pi \cdot 9,026} \quad (49)$$

$$\psi = \underline{3^\circ}$$

-redukovaný třecí úhel

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f_z}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{0,2_z}{\cos 30^\circ} \quad (50)$$

$$\varphi' = \underline{13^\circ}$$

-napětí v krutu

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{F_0 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}}$$

$$\tau_k = \frac{1830 \cdot \operatorname{tg}(3^\circ + 13^\circ) \cdot \frac{9,026}{2}}{\frac{\pi \cdot 8,160^3}{16}} \quad (51)$$

$$\tau_k = \underline{22,13 \text{ MPa}}$$

-redukované napětí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \cdot \tau_k^2}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{35^2 + 4 \cdot 22,13^2} \quad (52)$$

$$\sigma_{red} = \underline{56,43 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{DOV}$$

$$\sigma_{red} \leq \frac{R_e}{k_s} \quad (53)$$

$$\underline{56,43 \text{ MPa} < 81,6 \text{ MPa}}$$

Podmínka splněna → šroub **M10x1,5** vyhovuje

8. Technické zhodnocení

V bakalářské práci jsem použil trubkový řetězový dopravník, který přepravuje biomasu o sypné hmotnosti 600 kg/m^3 a o dopravovaném množství 10 t/h. Byl navrhnut trubkový řetězový s jedním násypným místem a dvěma výsypnými.

Poháněcí stanice je řešena v horní části dopravníku a je připevněna pomocí podstavce, na kterém je umístěn asynchronní elektromotor s převodovkou od firmy SEW-eurodrive, k zásobníku. V poháněcí stanici byl proveden jeden odpadní výsypný otvor k čištění poháněcí stanice. Poháněcí stanice je zkonstruována jako plechová krabice, která má odnímatelné víko pro opravu a sestavování poháněcího mechanismu.

Napínací stanice je umístěna ve spodní části dopravníku a pomocí U profilů a šroubů je připevněna k podlaze haly. Řetěz napínáme pomocí napínacího šroubu a řetězové kolo s hřídelí se posouvá díky kolejnicovému lineárnímu vedení od firmy Matis, které je připevněno na podlaze napínací stanice.

Nosná část dopravníku je složena s potrubí. Na dopravní trati jsou použité dvě výsypky, kde jedna je v horní části před poháněcí stanicí a druhá výsypka je umístěná v prostředním nejdelším úseku. Násypka je umístěna za napínací stanicí. Na dopravní trati jsou použité trubkové oblouky o poloměru jednoho metru z důvodu, abychom zabránili použití převáděcího kola v ohybu dopravníku. Dopravní trať je poskládána s úseky, které jsou spojeny přírubami.

Tažný člen se skládá s článkového řetězu o rozteči 50 mm, plastových unášecích kotoučů, a přídržných kotoučů, které jsou spojené pomocí šroubů. Unášecí kotouče jsou vyrobeny z polyetylenových desek.

9. Závěr

V první části bakalářské práce je seznámení s dopravovaným materiálem a zpracována rešerše na vhodné typy dopravníku pro přepravu biomasy. V rešerši je seznámení s typem dopravníku a pospání jeho hlavních částí.

V druhé kapitole jsem zpracoval dispoziční řešení dopravníku a znázornění toku materiálu. Druhá kapitola nás seznamuje také se třemi variantami řešení pro přepravu materiálu do míst výsypek. V závěru kapitoly jsem vybral vhodnou variantu a zdůvodnil její použití pro řešení výpočtů a návrhu dopravní tratě.

Ve třetí kapitole jsem přešel k výpočtům, kde jsem začal výpočtem traťových sil a traťových odporů v určitých úsecích dopravníků pomocí graficko-početní metody. Dále jsem pokračoval návrhem poháněcí stanice a určení vhodného elektromotoru s převodovkou od firmy SEW-eurodrive. Pokračoval jsem pevnostním výpočtem článkového řetězu, návrhu průměru hřídele a návrhu velikosti napínacího šroubu.

V poslední řadě byl nakreslen sestavný výkres trubkového řetězového dopravníku, sestavný výkres poháněcí stanice a výrobní výkres ozubeného kola. Výkresy jsou součástí bakalářské práce a jsou uvedeny v přílohách.

10. Použitá literatura

- [1] Biomasa. In: Nalezeno [online]. 2009 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/biomasa-zdrazuje-ceny-pelet-a-briket-zvysi-o-tisice-naklady-na-topeni.aspx>
- [2] Redlerové dopravníky. In: SG-stroj [online]. 2001 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://www.sg-stroj.cz/redlerove-dopravnik>
- [3] Hadicový dopravník bez pevného základu. In: CAD.cz [online]. 2009 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/2244-hadicovy-dopravnik-bez-pevneho-zakladu-.html>
- [4] Šnekové dopravníky. In: Cimbria [online]. 2003 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://www.cimbria.cz/?page=produkty-210>
- [5] J.Polák, K.Bailotti, J.Pavliska, L.Hrabovský; Dopravní a manipulační zařízení II. Ostrava: VŠB-technická univerzita Ostrava, 2003. ISBN 80-248-0493-X.
- [6] Komponenty. In: I.P.K. Trading [online]. 2013 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: http://ipktrading.cz/komponenty_dopravniky.html
- [7] Řetězy zkoušené / DIN 762. Řetězárna a.s. [online]. 2013 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://www.retezarna.cz/retezy.php?stranka=3>
- [8] P.Pěknica; Trubkový řetězový dopravník. Ostrava, 2003. Diplomová práce. VŠB-TU
- [9] K.Kaláb; Konstrukční návrh a výpočet ručního šroubového zvedáku. Ostrava, 2009
- [10] K.Kaláb; Návrh a výpočet spojů pro přenos krouticího momentu z hřídele na náboj. Ostrava, 2011
- [11] J.Leinveber, J.Řasa, P.Vávra; Strojírenské tabulky. Praha: Scientia, 2000. ISBN 80-7183-164-6

11. Seznam příloh

Výkresy

Sestavný výkres - trubkový řetězový dopravník

SB3DS0M1-00

Sestavný výkres - poháněcí stanice

SB3DSM01-01

Výrobní výkres – Řetězové kolo

SB3DSM01-02

Datový nosič

Příloha A